МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО

«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ЦЕЛЬНОТВЕРДОСПЛАВНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЕРЛ

МОСКВА 1971

Сдано в набор 5 ноября 1971 г. Подписано к печати 14 декабря 1971 г.
Отпечатано в отделении 6-й типографии г. Риги, пл. 17 Июня, 1
Зак. № 1744а. Тираж 1.500. Л 130462

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
БЮРО «ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ЦЕЛЬНОТВЕРДОСПЛАВНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЕРЛ

МОСКВА 1971

Составители: *Баранова В. Л., Алтухов Г. Г.*

Под общей редакцией: *Самойлова В. С.*

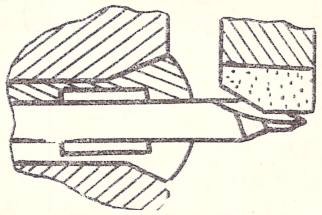
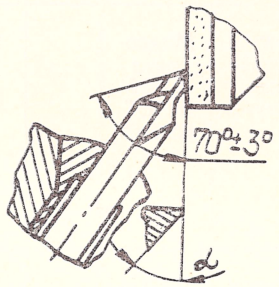
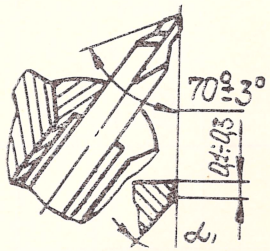
Редактор: *Сецкая И. В.*

Цельнотвердосплавные комбинированные сверла являются прогрессивным режущим инструментом при обработке стеклопластиков.

Так, при обработке плат для печатных схем данные сверла из твердого сплава ВК6М показали стойкость в 30—50 раз выше стойкости сверла из быстрорежущей стали марки Р18.

При составлении данных технологических рекомендаций по изготовлению и применению цельнотвердосплавных комбинированных сверл использованы результаты работ, проведенных Ленинградским филиалом специального производственно-технологического бюро «Оргприматвердосплав» на заводах Ленинграда и Киева.

5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шлиф. круг АПП100×10×5 Б1-50% АСМ 40/28	Цанга	Микроскоп ММИ. Микрометр рычажн. 0÷25 ГОСТ 4381-61		30			0,005 мм/об. изд.	
Шлиф. круг АЧК 75×3 Б1-50% АСО 63/40	Цанга	Микроскоп ММИ.		25		1,0	0,01	
Шлиф. круг АЧК 75×3 Б1-50% АСО 160/100	Цанга	Микроскоп ММИ.		25		2·0	0,02	
—	—	Микроскоп ММИ. Микрометр рычажн. 0÷25 ГОСТ 4381-61	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4
8	Затыловочная. Затыловать задние поверхности на цилиндре и конусе с двух сторон.		Заточный станок 3А64Д.
9	Заточная. Заточить задние поверхности зубьев с двух сторон под 4α		Заточный станок 3А64Д.
10	Заточная. Заточить задние поверхности сторон под $\sphericalangle 4\alpha$.		Заточный станок 3А64Д.
К-2	Контрольная. Проверить сверла по всем параметрам.	—	—

В радиотехнической промышленности широко используют для изготовления различных плат, в том числе плат для печатных схем, стеклотекстолиты (СТЭФ) и стекловолокниты (СВАМ), в которых сверлят большое количество отверстий малого диаметра. Определение оптимальной геометрии инструмента для обработки этих материалов должно базироваться на закономерностях износа, так же как и при установлении оптимальной геометрии металлорежущего инструмента. Однако не менее важным фактором, определяющим возможность применения тех или иных особенностей заточки инструмента, работающего по стеклопластикам, является склонность последних к характерному для процессов их обработки браку. Так, например, при обработке СВАМ происходит расщепление нижнего (на выходе сверла) шпона, а также разлохмачивание тончайших стекловолокон при входе и выходе сверла; для сверления стеклотекстолита характерно разлохмачивание нитей стеклоткани и отслоение нижнего, а иногда и верхнего шпона по радиусу вокруг отверстия.

Таким образом, высокая истирающая способность стеклонаполнителя, относительная (по сравнению с металлами) мягкость при высокой прочности, низкая теплопроводность, склонность к изменению физико-механических свойств при повышении температуры и некоторые другие специфические свойства стеклопластиков ставят задачу создания для их обработки более совершенных конструкций режущего инструмента.

В настоящее время отверстия в платах печатного монтажа сверлят в основном сверлами из быстрорежущей стали Р18 на настольно-сверлильных станках.

Стойкость сверл из быстрорежущей стали в зависимости от технических требований, предъявляемых к платам, колеблется в пределах 20—100 отверстий (при толщине платы 1—3 мм). Сверление и зенкерование отверстия производят в две операции.

Вследствие низкой производительности настольно-сверлильных станков на ряде предприятий с крупносерийным и массовым производством при обработке плат используют специальные сверлильные полуавтоматы с программным управлением. Программа работы полуавтоматов предусматривает не только сверление отверстий, но и их зенкерование.

Инструмент, применяемый на станках с программным управлением, должен сохранять свои режущие свойства в течение всей заданной программы.

Все это обусловливает необходимость создания прогрессивной конструкции режущего инструмента, обеспечивающего высокую стойкость при возможно большей производительности. Таким инструментом при обработке отверстий в платах нечатного монтажа являются цельнотвердосплавные комбинированные сверла.

КОНСТРУКЦИЯ КОМБИНИРОВАННОГО СВЕРЛА

Конструкция цельнотвердосплавных комбинированных сверл, предназначенных для одновременного сверления и зенкерования отверстий в платах печатного монтажа, разработана с учетом технических требований, предъявляемых к отверстиям, — черт. Р20.013 (рис. 1)*).

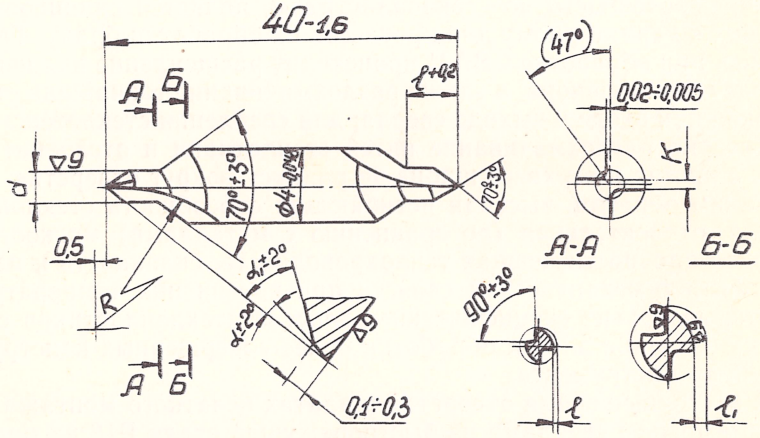


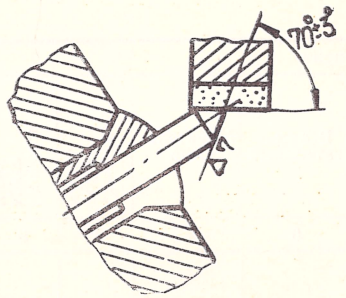
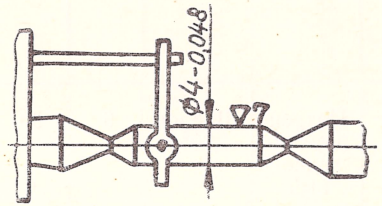
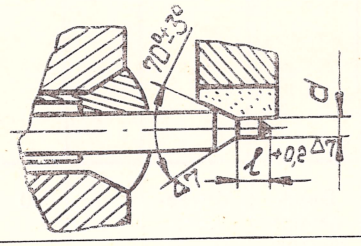
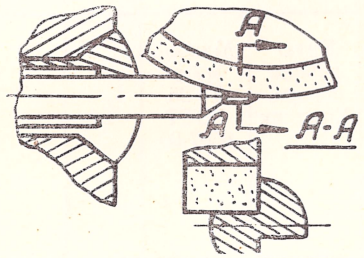
Рис. 1 Сверло комбинированное двустороннее.

В связи с высокой истирающей способностью стеклопластика и необходимостью получения наименьшего радиуса округления режущих кромок в качестве материала для комбинированных сверл выбран твердый сплав ВК6М.

Геометрические параметры комбинированных сверл ($2\varphi=70°$; $\gamma=0°$; $\alpha=14—25°$) выбраны исходя из следующих положений.

*) Указанные здесь и в дальнейшем чертежи имеются в Ленинградском филиале СПТБ «Оргприборгтвердосплав».

5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шлиф. круг АПП250×10×3 ТО2 — 100% АСО-100/80	Цанга	Шаблон ∢70°		25			0,01	Охлаждение
Шлиф. круг АПП250×10×3 ТО2 — 100% АСО-100/80	Центра обратные. Хомутик	Микрометр 0÷25 ГОСТ 6507-60		20		1,0	0,005	Охлаждение
Шлиф. круг АПП250×10×5 М1—100% АСР 125/100	Цанга	Микроскоп ММИ. Микрометр рычажн. 0÷25 ГОСТ 4381-61		25			Sпоп. 0,5 мм/мин.	
Шлиф. круг АПП75×10×5 М1—100% АСР 63/50	Цанга	Микроскоп ММИ.		15			Sпоп. 0,6 мм/мин.	Охлаждение

1	2	3	4
4	Шлифовальная. Шлифовать центра с 2-х сторон окончательно.		Кругло-шлифовальный станок 3А110.
5	Шлифовальная. Шлифовать наружный диаметр окончательно за две установки.		Кругло-шлифовальный станок 3А110.
6	Шлифовальная. Шлифовать профиль сверла с двух сторон предварительно.		Кругло-шлифовальный станок 3А110.
К-1	Контрольная. Проверить сверло.		
7	Шлифовальная. Шлифовать 4 канавки в две установки.		Заточный станок 3А64Д.

1. Задний угол α.

При обработке стеклопластиков задний угол является весьма важным элементом конструкции инструмента, т. к. износ по задней грани лимитирует стойкость.

Так как увеличение заднего угла снижает работу трения, а следовательно, — и износ по задней грани, то максимальная стойкость будет обеспечиваться при заточке больших задних углов. Кроме того, увеличение заднего угла дает возможность уменьшить радиус округления режущей кромки. Оптимальный задний угол для комбинированных цельнотвердосплавных сверл при обработке стеклопластиков находится в пределах 20—25°. Увеличение заднего угла свыше указанного предела вызывает снижение стойкости инструмента, т. к. теплоотводящая способность режущего клина вследствие чрезмерного уменьшения угла заострения становится очень малой.

2. Передний угол γ.

Одно из назначений переднего угла — уменьшение пластического деформирования. Исходя из этого, большинство специалистов, проводящих исследования в области резания пластмасс, считают, что оптимальные передние углы инструмента в этом случае должны быть небольшими, поскольку при обработке пластмасс так же, как и при обработке чугуна и бронзы, работа резания в основном затрачивается на диспергирование снимаемого слоя и работу трения. Значительное упругое восстановление стеклопластиков и их относительная мягкость (НВ=45) вызывает «обжатие» режущего клина инструмента обрабатываемым материалом. Поэтому целесообразно увеличивать как задний, так и передний углы с целью уменьшения контактирующих поверхностей инструмента с материалом изделия. Основным ограничением при увеличении является сильное ослабление теплоотводящей способности режущего клина и чрезмерная локация упругих напряжений в зоне резания. Для комбинированных твердосплавных сверл и зенковок передний угол был принят 0°.

3. Угол при вершине сверла 2 φ.

Опыты по сверлению стеклопластиков показывают, что при работе по этим материалам угол при вершине сверла оказывает наибольшее влияние не только на стойкость инструмента и производительность процесса, но и на качество обработанных отверстий. Например, при обработке стеклотекстолита момент выхода из строя сверл по технологическому критерию определяется следующим характерным для этого пластика браком:

1) при 2φ=100° — образование отслоения нижнего шпона материала вокруг обрабатываемого отверстия;

2) при 2φ=90—100° — разлохмачивание стеклоткани без выпучивания кромки со стороны выхода сверла;

3) при $2\varphi=90°$ — интенсивное разлохмачивание стеклоткани и выпучивание кромки отверстия со стороны входа сверла.

При $2\varphi=70°$ — разлохмачивания стеклоткани на выходе сверла не наблюдается.

Для комбинированных сверл угол при вершине принят 70°.

Задний угол (6—8°) на зенковочной части выполняют затылованием по винтовой поверхности. Попытка получения большого заднего угла (до 14°) на зенковочной части плоскостной заточкой не дала положительных результатов.

Диаметр рабочей части сверла выполняется по 2 классу точности. Шероховатость рабочих поверхностей должна соответствовать не менее, чем девятому классу ($\nabla 9$) по ГОСТу 2789-59.

Заточку режущего инструмента, предназначенного для обработки стеклопластиков, следует производить «наостро», т. е. не оставляя на передних и задних поверхностях инструмента ленточек. Наличие ленточек совершенно изменяет условия контактирования режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Контактные площадки увеличиваются, а следовательно, увеличивается интенсивность истирания вершины инструмента наполнителем пластика. Как показывают опыты, наличие ленточки 0,1—0,2 мм способствует резкому увеличению износа и температуры в зоне резания.

Длина рабочей части сверла (l) определяется (рис. 2) в зави-

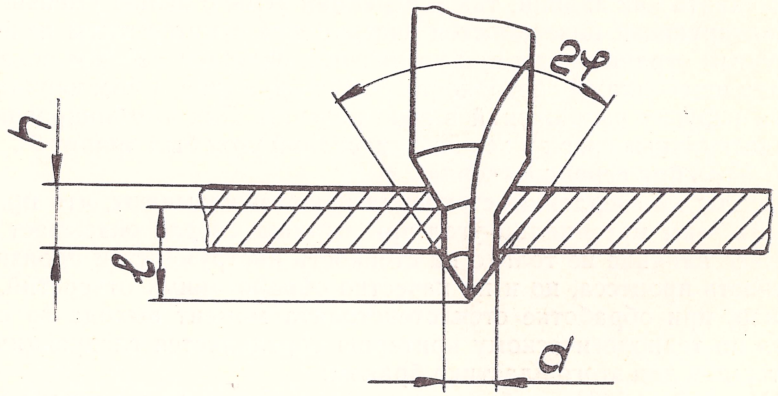


Рис. 2. Зависимость длины рабочей части сверла от толщины обрабатываемого материала.

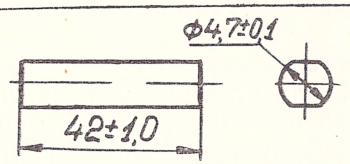
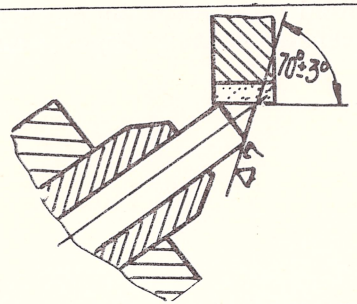
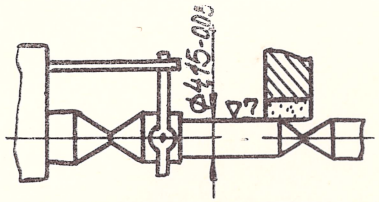
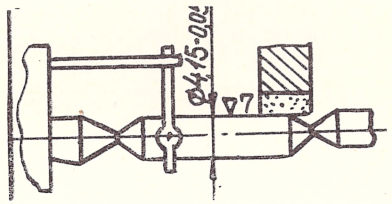
Приложение

КОМБИНИРОВАННЫХ СВЕРЛ. РАБОЧИЙ ДИАМЕТР
до 2,5 мм

Инструмент			Скорость детали м/мин.	Скорость круга м/сек.	Глубина резания мм.	Подача		Примечание
Режущий	Вспомогательный	Мерительный				Продольная м/мин.	Поперечная мм/дв. х.	
5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шлиф. круг АПП250×10×3 М1—100% АСР125/100	Патрон двухкулачковый	Шаблон 70°	6	30			0,025	Охлаждение
Шлиф. круг АПП250×10×3 М1—100% АСР125/100	Внутренние центра. Хомутик	Микрометр 0÷25 ГОСТ 6507-60		30			0,015	Охлаждение
Шлиф. круг АПП250×10×3 М1—100% АСР125/100	Внутренние центра. Хомутик	Микрометр 0÷25 ГОСТ 6507-60		30			0,015	Охлаждение

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ

от 0,5

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование
1	2	3	4
	Заготовка		
1	Шлифовальная. Шлифовать центра предварительно.		Кругло-шлифовальный станок 3А110.
2	Шлифовальная. Шлифовать по наружному диаметру предварительно.		Кругло-шлифовальный станок 3А110.
3	Шлифовальная. Шлифовать наружный диаметр предварительно		Кругло-шлифовальный станок 3А110.

симости от толщины (h) обрабатываемой платы и диаметра сверла (d).

$$l = h + \frac{d}{2\mathrm{tg}\varphi}$$

Диаметр державки — 4 мм.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЕРЛ

В качестве заготовок для изготовления комбинированных твердосплавных сверл выбраны стержни бочкообразного профиля, изготовление которых освоено твердосплавной промышленностью. Типовой технологический процесс изготовления комбинированных сверл приведен в приложении.

Операции (1—5) выполняют на кругло-шлифовальном станке модели 3А110, операции (7—10) — на универсально-заточном станке 3А64Д. При вышлифовке канавок применяют специальное приспособление (черт. П20.026.000А). Для затылования комбинированных сверл спроектировано и изготовлено в Ленинградском филиале СПТБ «Оргпримтвердосплав» приспособление (черт. П20.027.000). Заточку сверл производят в приспособлении для плоскостной заточки (черт. П7.004.00.000).

Обработку комбинированных сверл производят синтетическими алмазными кругами.

На предварительных операциях применяют круги на металлической связке (работа этими кругами возможна только с охлаждением), на окончательных — на органической связке.

К оборудованию, применяемому для алмазной обработки твердосплавного инструмента, предъявляют определенные требования. Радиальное и осевое биение посадочного места шпинделя не должны превышать соответственно 0,005—0,008 мм и 0,003—0,005 мм. Станки должны иметь механизмы тонкой поперечной подачи с ценой деления 0,005—0,01 мм; приспособления, устройства для крепления инструмента и круга, а также сами станки должны быть достаточно жесткими. Вибрации, возникающие в процессе обработки, при недостаточной точности и жесткости станков приводят к повышенному расходу алмаза и значительному ухудшению качества обработанных поверхностей.

ИСПЫТАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ СВЕРЛ

Целью испытаний было определение стойкости монолитных комбинированных сверл при обработке плат печатного монтажа из стеклопластиков.

При испытании за критерий затупления был принят технологический критерий (разлохмачивание стекловолокон, отслоение нижнего или верхнего шпона).

Цельнотвердосплавные комбинированные сверла из сплава ВК6М, изготовленные Ленинградским филиалом СПТБ «Оргприм-твердосплав», испытывались на ряде предприятий Ленинграда и Киева.

Испытания на настольно-сверлильном станке модели В61ТД при сверлении плат из стеклопластика толщиной 1,5 мм, фольгинированного с двух сторон, показали стойкость твердосплавных сверл ∅ 1,35 мм 9300 отверстий ($v=22$ м/мин; подача — ручная). Стойкость спиральных сверл из стали Р18 при обработке плат на аналогичных режимах — 300 отверстий.

При сверлении плат из стеклопластика толщиной 2 мм, фольгированного с 2-х сторон, на настольно-сверлильных станках модели 24106П сверлами ∅ 1,7 ($v=43$ м/мин; $n=8000$ об/мин, подача — ручная) стойкость последних составила 3000 отверстий, тогда как стойкость сверл из стали Р18 — 70—80 отверстий.

На одном из Ленинградских предприятий испытания проводились на настольно-сверлильном станке модели СА-155.

Стойкость сверла ∅ 1,4 мм ($v=35{,}1$ м/мин, подача — ручная) при сверлении стеклопластика СФ-2 толщиной 1,5 мм — 2500—3000 отверстий; по данным завода, стойкость сверла из стали Р18 при обработке вышеуказанного стеклопластика на режимах $v=22$ м/мин ($n=5000$ об/мин), подача — ручная составляет 40—50 отверстий.

Испытания на одном из заводов электронных и вычислительных машин проводились на настольно-сверлильном станке модели С18-РД при $v=50$ м/мин ($n=10000$ об/мин) и ручной подаче. Стойкость твердосплавного сверла ∅ 1,6 мм при обработке стеклопластика СФ-2 ($h=2$ мм) составила 3000 отверстий; стойкость быстрорезущего сверла, по данным завода, — 100 отверстий ($v=25$ м/мин; $n=5000$ об/мин; подача — ручная).

ВЫВОДЫ

1. Стойкость комбинированных сверл из твердого сплава марки ВК6М в 30—50 раз выше стойкости сверл из быстрорежущей стали марки Р18.

2. Применение комбинированных твердосплавных сверл позволяет увеличить производительность труда на 10—25% при работе на настольно-сверлильных станках с ручной подачей.

3. При сверлении плат комбинированными сверлами из твердого сплава марки ВК6М целесообразно применять станки повышенной точности с увеличенным числом оборотов шпинделя.